

# Korea patent office (KR) Granted Patent Publication(B1)

KOREAN

(51) Int.Cl. H01L 33/00

Examined Publication Date 2004-03-18

Registration No 10-0423185

Registration Date 2004-03-04

Application No 10-2003-0073247

Application Date 2003-10-21

Agent Jin-Seok Heo

Inventor

Chang-Tae Kim

Tae-Gyeong Yu

Right Holder EPIVALLEY CO., LTD

Examiner Dong-Yeop Kim

Title of Invention III-NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

## \* Legal Status

Date of request for an examination	20031021
Notification date of refusal decision	00000000
Final disposal of an application	registration
Date of final disposal of an application	20031223
Patent registration number	1004231850000
Date of registration	20040304
Number of opposition against the grant of a patent	
Date of opposition against the grant of a patent	00000000
Number of trial against decision to refuse	
Date of requesting trial against decision to refuse	
Date of extinction of right	



## Abstract

The nitride semiconductor light emitting diode is characterized that the conductivity transparent oxide layer layer (28) of the formed mesh type is included on the n-type ohmic contact metal layer (16): n-type ohmic contact transparency metallic layer (25): formed on the top contact layer (24) and n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) formed on the lower contact layer (12) which the p-type nitride semiconductor layer (29a) and n-type nitride semiconductor layer (29b) are successively laminated and is exposed by the etching of the top contact layer (24) and the top contact layer (24): active layer (13) comprised the tunnel junction while being formed on the active layer (13): active layer (13) consisting of the nitride semiconductor while being formed on the lower contact layer (12): lower contact layer (12) which is made of the n-type nitride semiconductor while being formed on the substrate (10). According to the present invention, the conventional disadvantage which the p-type nitride semiconductor is used for the top contact layer can be overcome. Moreover, it is smaller than the nitride semiconductor on the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25). With making the current spreading facilitated by forming the material having the refraction which is greater than the protective film such as an epoxy and silicon oxide into the mesh type,, the light generated in the active layer (13) of LED is effectually, effectively taken out to an outside and the external quantum efficiency is maximized.

본 발명에 따른 질화물반도체 발광소자는, 기판(10) 상에 형성되며 n형 질화물반도체로 이루어지는 하부접촉층(12); 하부접촉층(12) 상에 형성되며 질화물반도체로 이루어지는 활성층(13); 활성층(13) 상에 형성되며 p형 질화물반도체층(29a) 및 n형 질화물반도체층(29b)이 순차적으로 적층되어 터널접

합을 이루는 상부접촉층(24); 활성층(13) 및 상부접촉층(24)의 식각에 의해 노출되는 하부접촉층(12) 상에 형성되는 n형 오믹접촉금속층(16); 상부접촉층(24) 상에 형성되는 n형 오믹접촉투명금속층(25); 및 n형 오믹접촉투명금속층(25) 상에 형성되는 메쉬형의 도전성 투명산화막층(28);을 구비하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, p형 질화물반도체를 상부접촉층으로 사용하는 종래의 단점을 극복할 수 있다. 또한, n형 오믹접촉투명금속층(25) 상에 질화물반도체보다는 작고, 에폭시나 산화규소와 같은 보호막보다는 큰 굴절을 갖는 물질을 메쉬형태로 형성함으로써 전류확산을 용이하게 함과 동시에 LED의 활성층(13)에서 발생된 빛을 외부로 효과적으로 끌어내어 외부 양자효율을 최대화할 수 있게 된다.



## Description

### ▪ Brief Explanation of the Drawing(s)

Fig. 1 is a drawing illustrating the cross-sectional view: drawing: cross-sectional view: optical path drawing: drawing 5 which Fig. 4 illustrates the external quantum efficiency improvement is the example of the transparency conductivity transparent oxide layer layer (28) pattern according to the present invention Fig. 3 illustrates the nitride semiconductor light emitting diode Fig. 2 illustrates the extrication critical angle of the light for illustrating the conventional nitride semiconductor light emitting diode.

도 1은 종래의 질화물반도체 발광소자를 설명하기 위한 단면도;

도 2는 빛의 탈출 임계각을 설명하기 위한 도면;

도 3은 본 발명에 따른 질화물반도체 발광소자를 설명하기 위한 단면도;

도 4는 본 발명에 의한 외부 양자효율 개선을 설명하기 위한 광경로 도면;

도 5는 본 발명에 사용되는 투명도전성 투명산화막층(28) 패턴의 예를 설명하기 위한 도면이다.

<The description of the reference numeral about the main part of the drawing>

< 도면의 주요 부분에 대한 참조번호의 설명 >

10: substrate 11: buffer layer.

10: 기판 11: 버퍼층

12: lower contact layer 13: active layer.

12: 하부접촉층 13: 활성층

14, 24: top contact layer 15: p-type ohmic contact transparency metallic layer.

14, 24: 상부접촉층 15: p형 오믹접촉투명금속층

16: n-type ohmic contact metal layer 17, 27: bonding pad.

16: n형 오믹접촉금속층 17, 27: 본딩패드

25: n-type ohmic contact transparency metallic layer 28: conductivity transparent oxide layer.

25: n형 오믹접촉투명금속층 28: 도전성 투명산화막층

29a: p-type nitride semiconductor layer 29b: n-type nitride semiconductor layer.

29a: p형 질화물반도체층 29b: n형 질화물반도체층

## ■ Details of the Invention

### ■ Purpose of the Invention

#### • The Technical Field to which the Invention belongs and the Prior Art in that Field

The present invention relates to the nitride semiconductor light emitting diode (III-Nitride compound semiconductor light emitting device), particularly, to the nitride semiconductor light emitting diode which the refractive index is little than the nitride semiconductor and it makes the current spreading facilitated than the protective film such as an epoxy and silicon oxide by using the transparent conductive layer of the mesh type in which the refractive index is large and effectually, effectively takes the light generated in the active layer of LED out to an outside and increases the external quantum efficiency. The nitride semiconductor referred to the present invention refers to  $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ s ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, x + y \leq 1$ ).

본 발명은 질화물반도체 발광소자(III-Nitride compound semiconductor light emitting device)에 관한 것으로서, 특히 질화물반도체보다는 굴절율이 작고 에폭시나 산화 규소와 같은 보호막보다는 굴절율이 큰 메쉬형의 투명도전층을 이용하여 전류 확산을 용이하게 함은 물론 LED의 활성층에서 발생된 빛을 외부로 효과적으로 끌어내어 외부 양자 효율을 증가시킨 질화물반도체 발광소자에 관한 것이다. 본 발명에서 말하는 질화물반도체는  $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$  ( $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, x + y \leq 1$ )를 말한다.

Generally, the nitride semiconductor light emitting diode successively performs crystal growth of the top contact layer (14) consisting of active layer (13), and P-type nitride semiconductor consisting of lower contact layer (12), and nitride semiconductor consisting of as shown in Fig. 1, buffer layers (buffer layer, 11) on the substrate (10), and N-type nitride semiconductor. After it forms the p-type ohmic contact transparency metallic layer (15) comprised next, the top contact layer (14) and the ohmic contact doing the mesa etching exposing the lower contact layer (12), it produces by forming the bonding pad (17) for the electrical contact of the n-type ohmic contact metal layer (16) and outside.

일반적으로, 질화물반도체 발광소자는 도 1에 도시된 바와 같이, 기판(10) 상에 버퍼층(buffer layer, 11), n형 질화물반도체로 이루어지는 하부접촉층(12), 질화물반도체로 이루어지는 활성층(13), p형 질화물반도체로 이루어지는 상부접촉층(14)을 순차적으로 결정성장 시키고, 하부접촉층(12)을 노출시키는 메사식각을 한 다음에, 상부접촉층(14)과 오믹접촉을 이루는 p형 오믹접촉투명금속층(15)을 형성한 후에, n형 오믹접촉금속층(16) 및 외부로의 전기적 연결을 위한 본딩패드(17)를 형성함으로써 만든다.

The active layer (13) has the double-hetero consisting of  $\text{InGaN} \setminus \text{GaN}$ , or it has the single-

quantum well composed of GaN \ InGaN \ GaN, or it has the multiple quantum well composed of GaN \ InGaN \ GaN \ . \ GaN \ InGaN \ GaN in other words.

활성층(13)은 InGaN \ GaN로 이루어진 이중접합구조를 갖거나, GaN \ InGaN \ GaN로 이루어진 단일양자우물구조를 갖거나, 또는 GaN \ InGaN \ GaN \ . . . \ GaN \ InGaN \ GaN로 이루어진 다중양자우물구조를 갖는다.

The photonic efficiency of the nitride semiconductor light emitting diode is divided into the internal quantum efficiency and external quantum efficiency. The internal quantum efficiency is determined according to the design or the quality of the active layer (13). And the external quantum efficiency is determined according to the extent in which the light generated in the active layer (13) comes out to the outside of the chip.

질화물반도체 발광소자의 광효율은 내부 양자 효율과 외부 양자 효율로 나누어지는데, 내부 양자 효율은 활성층(13)의 설계나 품질에 따라서 결정되며, 외부 양자 효율은 활성층(13)에서 발생한 빛이 칩(chip)의 외부로 나오는 정도에 따라서 결정된다.

In case of GaN or a sapphire, one person airborne or the refractive index of the refractive index has to exceed the critical angle so that the light come out to 1.5 persons an epoxy. Fig. 2 shows the route of the air in which the refractive index is little in GaN or the sapphire substrate than this or the critical angle when the light progresses as an epoxy and the light kept in store inside a chip. The critical angle is indicated as  $\theta_c = \sin^{-1}(n_{\text{low}}/n_{\text{high}})$  as if it shows in the drawing and when the light progresses in GaN among the upper air of a chip, in the critical angle, about 23.6 drawing is. It again returns to the inside of a chip and as indicated by the light progressing as the angle described in the above is the dotted line in Fig. 2, the light keeps in store inside a chip. That is, the light is absorbed within the epitaxial layer inside or the sapphire substrate and the external quantum efficiency drastically falls down.

GaN이나 사파이어의 경우 굴절율이 1인 공기중이나 굴절율이 1.5인 에폭시로 빛이 나오기 위해서는 임계각을 넘어야 한다. 도 2는 GaN이나 사파이어 기판에서 굴절율이 이보다 작은 공기 또는 에폭시로 빛이 진행할 때의 임계각과 칩 내부에 가두어진 빛의 경로를 보이는 것이다. 도면에서 보이듯이 임계각은  $\theta_c = \sin^{-1}(n_{\text{low}}/n_{\text{high}})$ 로 표시되고 GaN에서 칩의 상측 공기 중으로 빛이 진행할 때 임계각은 약 23.6도가 된다. 그 이상의 각도로 진행하는 빛은 도 2에서 점선으로 표시되는 바와 같이 칩의 내부로 다시 돌아가게 되어 빛이 칩 내부에 가두어 지게 된다. 즉, 빛이 에피택셜층 내부 또는 사파이어 기판 내에 흡수되어 외부 양자 효율이 급격히 떨어지게 된다.

In the meantime, the nickel (Ni) or the gold (Au) is very much used as the p-type ohmic contact transparency metallic layer (15). The enough transparency has to be secured and in order to the current spreading makes be facilitated as to the nickel, about 5nm, and the gold has to be thickness of about 5nm. In this case, in 470nm optical wavelength, the light which is considerably bad as 60% - 75% and in which the optical transmittance rate frees from to the top of a chip is considerably small and the external quantum efficiency is bad. If the thickness of the nickel or the gold is reduced, the permeability is improved but the surface resistance (sheet resistance) increases and the current spreading becomes bad and the operating voltage rises. The phenomenon that locally rushes of a chip arises and a current lowers the reliability. If it is increased the thickness of the nickel or the gold, the surface resistance is decreased but the permeability becomes bad and the external quantum efficiency is degraded. Moreover, the doping concentration of the p-type nitride semiconductor comprised the top contact layer (14) cannot help being lower than about  $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  and a disadvantage, this soon brings about the increment of the driving voltage that the constant resistance is considerably great.

한편, p형 오믹접촉투명금속층(15)으로 니켈(Ni) 또는 금(Au)이 많이 사용되는데, 충분한 투명도를 확보하고 전류 확산이 용이하도록 하기 위해서 니켈은 약 5nm, 금은 약 5nm의 두께가 되어야 한다. 이 경우 470nm 광파장에서 광투과도가 60% - 75%로서 상당히 불량하여 칩의 상부로 빠져나오는 빛이 상당히 작아 외부 양자 효율이 나쁘다. 니켈 또는 금의 두께를 줄이면 투과도는 개선되나 면저항(sheet resistance)이 증가하여 전류 확산이 나빠져서 동작 전압이 상승하고, 전류가 칩의 국부적으로 몰리는 현상이 발생되어 신뢰성을 저하시키게 된다. 니켈 또는 금의 두께를 늘리면 면저항은 줄어들게 되나 투과도가 나빠져서 외부 양자 효율이 저하된다. 또한, 상부접촉층(14)을 이루는 p형 질화물반도체의 도핑 농도가  $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  정도로 낮을 수 밖에 없어서 접촉 저항이 상당히 큰 것이 단점이며, 이는 곧 구동 전압의 증가를 가져온다.

#### • The Technical Challenges of the Invention

It are an object of the present invention to provide the nitride semiconductor light emitting diode which does not use the p-type nitride semiconductor as the top contact layer but the n-type nitride semiconductor uses the pn tunnel junction layer which is in the upper part, and in that way it overcomes the problem when using the p-type nitride semiconductor as the top contact layer, and simultaneously, more makes the current spreading facilitated by more forming the conductivity transparent oxide layer layer into the mesh type on the n-type ohmic contact metal layer bordering the upper part of the pn tunnel junction layer and exists, while nots lowering the optical transmittance rate.

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 상부접촉층으로 p형 질화물반도체를 사용하는 것이 아니라 n형 질화물반도체가 위에 있는 pn 터널접합층을 사용함으로써, p형 질화물반도체를 상부접촉층으로 사용할 때의 문제점을 극복함과 동시에, pn터널접합층의 위에 접하여 존재하는 n형 오믹접촉금속층 상에 도전성 투명산화막층을 메쉬형태로 더 형성시킴으로써 광투과도를 저하시키지 않으면서 전류확산을 더욱 용이하게 할 수 있는 질화물반도체 발광소자를 제공하는데 있다.

#### ■ Structure & Operation of the Invention

The nitride semiconductor light emitting diode for achieving the technical problem is characterized that the conductivity transparent oxide layer layer of the formed mesh type is included on the n-type ohmic contact metal layer: n-type ohmic contact transparency metallic layer: formed on the top contact layer and n-type ohmic contact transparency metallic layer formed on the lower contact layer exposed by the etching of the top contact layer and the top contact layer: active layer which the is shaped the p-type nitride semiconductor layer and n-type nitride semiconductor layer are successively laminated on the active layer: active layer consisting of the nitride semiconductor while being formed on the lower contact layer: lower contact layer which is made of the n-type nitride semiconductor while being formed in the top of the substrate and is comprised the tunnel junction.

상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 질화물반도체 발광소자는, 기판 상에 형성되며 n형 질화물반도체로 이루어지는 하부접촉층; 상기 하부접촉층 상에 형성되며 질화물반도체로 이루어지는 활성층; 상기 활성층 상에 형성되며 p형 질화물반도체층 및 n형 질화물반도체층이 순차적으로 적층되어 터널접합을 이루는 상부접촉층; 상기 활성층 및 상기 상부접촉층의 식각에 의해 노출되는 상기 하부접촉층 상에 형성되는 n형 오믹접촉금속층; 상기 상부접촉층 상에 형성되는 n형 오믹접촉투명금속층; 및 상기 n형 오믹접촉투명금속층 상에 형성되는 메쉬형의 도전성 투명산화막층:을 구비하는 것을 특징으로 한다.

It is preferable that a mesh is the upper end portion is pointed.

상기 메쉬는 위 끝부분이 뾰족한 것이 바람직하다.

It is preferable that the conductivity transparent oxide layer layer is smaller than the nitride semiconductor. It has the refractive index which is greater than the external environment positioned on the top of an oneself. For example, the epoxy or the silicon oxide etc. can be given of this external environment.

상기 도전성 투명산화막층은 상기 질화물반도체보다는 작고, 자신의 상부에 위치하는 외부환경보다는 큰 굴절율을 가지는 것이 바람직하다. 이러한 외부환경의 예로는 에폭시 또는 산화규소 등을 들 수 있다.

The conductivity transparent oxide layer layer is made of ITO or ATO, or the conductivity transparent oxide layer layer can be made of these combinations.

상기 도전성 투명산화막층은 ITO 또는 ATO로 이루어지거나, 이들의 조합으로 이루어질 수 있다.

The n-type ohmic contact transparent electrode layer is made of one selected from the group consisting of the ni, au, ti, cr, ir, al, pt, ru and Rh or it can be made of selected two or more combinations.

상기 n형 오믹접촉투명전극층은 Ni, Au, Ti, Cr, Ir, Al, Pt, Ru, 및 Rh 으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나로 이루어지거나 또는 선택된 두개 이상의 조합으로 이루어질 수 있다.

Hereinafter, it circumstantially illustrates with reference to drawings attaching the preferred embodiment of the present invention. As to the same reference numeral as Fig. 1, while showing the element performing the identical function, it omits the repetitive description.

이하에서, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 도 1과 동일한 참조번호는 동일 기능을 수행하는 구성요소를 나타내며 반복적인 설명은 생략한다.

It has the normal knowledge while being presented in order to understand the content of the present invention, it can do many deformation in the technical mapping of the present invention. Therefore, it does that the scope of right of the present invention is restricted to such embodiment and it should not be kindhearted with the stone measure ○.

아래의 실시예는 본 발명의 내용을 이해하기 위해 제시된 것일 뿐이며 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상 내에서 많은 변형을 할 수 있다. 따라서, 본 발명의 권리범위가 이러한 실시예에 한정되어지는 것으로 해 석되어져서는 안된다.

Fig. 3 is a drawing illustrating the nitride semiconductor light emitting diode according to a preferred embodiment of the present invention. Referring to Fig. 3, the top contact layer (24) has the p-type nitride semiconductor layer (29a) and the structure of the n-type nitride semiconductor layer (29b) being successively laminated and being comprised the tunnel junction to a convention. Therefore, the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) for being comprised the n-type nitride semiconductor layer (29b) and ohmic contact to a convention instead of exists in the top contact layer (24) with the p-type ohmic contact transparency metallic layer (15). The bonding pad (27) contacted ohmically for the electrical contact of an outside with this is formed on the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25).

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 질화물반도체 발광소자를 설명하기 위한 도면이다. 도 3을 참조하면,

종래와 달리 상부접촉층(24)은 p형 질화물반도체층(29a)과 n형 질화물반도체층(29b)이 순차적으로 적층되어 터널접합을 이루는 구조를 갖는다. 따라서, 상부접촉층(24) 상에는 종래와 달리 n형 질화물반도체층(29b)과 오믹접촉을 이루기 위한 n형 오믹접촉투명금속층(25)이 p형 오믹접촉투명금속층(15) 대신에 존재하게 된다. n형 오믹접촉투명금속층(25) 상에는 외부로의 전기적 연결을 위하여 이와 오믹접촉되는 본딩패드(27)가 형성된다.

The substrate (10) can be made of the sapphire having the transparent feature, and GaN or SiC.

기판(10)은 투명한 특징을 가지는 사파이어, GaN 또는 SiC로 이루어질 수 있다.

As shown in Fig. 1, it is necessary to have the p-type ohmic contact transparency metallic layer (15) in case of using the p-type nitride semiconductor as the top contact layer (14). As described above, the combination of Au and Ni is used as the p-type ohmic contact transparency metallic layer (15). But in this case, the permeability is low and the external quantum efficiency is low. The surface resistance is big. It has the disadvantage that the high driving voltage is required disadvantage has a great the constant resistance with the p-type nitride semiconductor

도 1에서와 같이 상부접촉층(14)으로 p형 질화물반도체를 사용할 경우에는 p형 오믹접촉투명금속층(15)이 필요한데, p형 오믹접촉투명금속층(15)으로는 상술한 바와 같이 Ni과 Au의 조합이 사용된다. 그러나 이 경우 투과도가 낮아서 외부 양자 효율이 낮고, 면저항이 크고, p형 질화물반도체와의 접촉저항이 커서 높은 구동전압이 요구되는 단점이 있다.

But in order to overcome the disadvantage of being like that in case of the present invention, the p-type nitride semiconductor layer (29a) and the tunnel junction in which the n-type nitride semiconductor layer (29b) is successively laminated are used as the top contact layer (14). Therefore, the n-type nitride semiconductor layer (29b) is used as the top layer. And it is necessary to have the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) which is not p-type ohmic contact transparent electrode layer (15) of Fig. 1 as a result. The n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) is made of one selected from the group consisting of the nickel (Ni), the gold (Au), titanium (Ti), chrome (Cr), iridium (Ir), aluminium (Al), platinum (Pt), ruthenium (Ru) and rhodium (Rh) or it can be made of selected two or more combinations. It is desirable to the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) heat-treat in order to obtain the good ohmic contact resistance and form. And as to the thermal anneal environment at this time, the mixed gas atmosphere of the oxygen atmosphere or the oxygen and nitrogen is good.

그러나, 본 발명의 경우 이러한 단점을 극복하기 위해서 p형 질화물반도체층(29a)과 n형 질화물반도체층(29b)이 순차적으로 적층된 터널접합을 상부접촉층(14)으로 사용한다. 따라서, 최상층으로는 n형 질화물반도체층(29b)이 사용되며, 이로 인해 도 1의 p형 오믹접촉투명전극층(15)이 아닌 n형 오믹접촉투명금속층(25)이 필요하다. n형 오믹접촉투명금속층(25)은 니켈(Ni), 금(Au), 티타늄(Ti), 크롬(Cr), 이리듐(Ir), 알루미늄(Al), 백금(Pt), 루세늄(Ru) 및 로듐(Rh)으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나로 이루어지거나 또는 선택된 두개 이상의 조합으로 이루어질 수 있다. 양호한 오믹접촉저항을 얻기 위하여 n형 오믹접촉투명금속층(25)은 열처리하여 형성하는 것이 바람직하며, 이 때의 열처리 분위기는 산소 분위기 또는 산소와 질소의 혼합가스 분위기가 좋다.

In order to secure the permeability of the upper of a chip, it has to be quite tenuously formed but in this case, the surface resistance is increased up to the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) to about number nm and the phenomenon that the current spreading is difficult and a current partially, partly rushes arises.

칩의 상측으로의 투과도를 확보하기 위해서는 n형 오믹접촉투명금속층(25)이 수 nm 정도로 아주 얇게 형성되어야 하는데 이 경우 면저항이 증가하여 전류 확산(spreading)이 어렵고 전류가 부분적으로 몰리게 되는 현상이 발생된다.

In the present invention, the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) is quite tenuously formed in order to solve this. The conductivity transparent oxide layer layer (28) of the mesh form is more formed on the upper part into a method including the etching or the lift off etc. The hole pattern of the mesh when looking down from the upper part is a circular and it is a polygon. Case, it is a square is shown in Fig. 5.

본 발명에서는 이를 해결하기 위해서 n형 오믹접촉투명금속층(25)을 아주 얇게 형성하고, 그 위에 식각 또는 리프트 오프 등의 방법으로 메쉬(mesh) 형태의 도전성 투명산화막층(28)을 더 형성한다. 위에서 내려다 봤을 때의 메쉬의 구멍형태는 원형이어도 되고 다각형이어도 된다. 도 5에는 사각형인 경우가 도시되었다.

As to the reason for the conductivity transparent oxide layer layer (28) to the mesh type, it respects that the light is efficiently emitted with the simplicity of the current spreading to the upper side. If it is not done by the mesh type and it forms in the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) front side, the light is unable to be efficiently emitted to an outside and the external quantum efficiency is reduced due to the presence of the conductivity transparent oxide layer layer (28). It is preferable that it forms into the mesh type in order to minimize the reduction of this external quantum efficiency.

도전성 투명산화막층(28)을 메쉬형태로 하는 이유는 전류확산의 용이성과 함께 상면으로 빛이 효율적으로 방출되도록 하기 위함이다. 메쉬형태로 하지 않고 n형 오믹접촉투명금속층(25) 전면에 형성시켜 버리면 외부로 빛이 효율적으로 방출되지 못하여 도전성 투명산화막층(28)의 존재로 인하여 외부양자효율이 감소된다. 이러한 외부양자효율의 감소를 최소화하기 위해서 메쉬형태로 형성하는 것이 바람직하다.

A mesh is desirable that the upper end portion is pointed. And figure 4 is a cross-sectional view for illustrating the increment of the quantum efficiency of the case in which the upper end portion of a mesh is pointed. The light generated around the reference lower-part \*\*\*, and the active layer (13) progress as the conductivity transparent oxide layer layer (28) after the top contact layer (24) and n-type ohmic contact transparency metallic layer (25). The progresses as the bit part of a mesh light is once reflected to the incline of the transparent oxide layer layer (28) and the light which is gone to an outside like the optical path B/6. It is refracted in the incline of the transparent oxide layer layer (28) and the light is gone like the optical path C/6 to immediately, an outside. As to the optical path D/6, after being reflected to the incline of the transparent oxide layer layer (28) with 2 time, it shows the case where the pipe is gone to an outside. In this way, all lights progressed as the transparent oxide layer layer (28) free from to an outside and the external quantum efficiency becomes maximized.

상기 메쉬는 위 끝 부분이 뾰족한 것이 바람직한데, 도 4는 메쉬의 위 끝부분이 뾰족한 경우의 양자효율의 증가를 설명하기 위한 단면도이다. 도 4를 참조하면, 활성층(13)에서 발생한 빛은 상부접촉층(24) 및 n형 오믹접촉투명금속층(25)을 거쳐서 도전성 투명산화막층(28)으로 진행하게 되는데, 메쉬의 뾰족한 부분으로 진행한 빛은 광경로 B와 같이 투명산화막층(28)의 경사면에 한번 반사되어 외부로 빠져나가기도 하고, 광경로 C와 같이 투명산화막층(28)의 경사면에서 굴절되고 바로 외부로 빠져나가기도 한다. 광경로 D는 투명산화막층(28)의 경사면에 2회 반사된 후에 외부로 관이 빠져나가는 경우를 보이고 있다. 이와 같이 투명산화막층(28)으로 진행된 모든 빛은 외부로 빠져 나오게 되어 외부 양자효율이 극대화된다.



The conductivity transparent oxide layer layer (28) is evaporated to the thickness of about 1.0 nm  $\leq t \leq 10,000$  nm. And preferably 100nm ~ 1000nm is excellent.

도전성 투명산화막층(28)은 1.0 nm  $\leq t \leq 10,000$  nm 정도의 두께로 증착되며, 바람직하게는 100nm ~ 1000nm가 양호하다.

ITO or the ATO (Antimony Tin Oxide) can be used as the conductivity transparent oxide layer layer (28). In case of ITO, the refractive index is known between 1.9 ~ 2.1. The refractive index of the GaN layer is about 2.4 and if it passes, as to the chip surface, the refractive index contacts the package process to about 1.5 persons epoxy. And so that the light free from to an outside if the refractive index of ITO positioned at the interval is about 2.0, it becomes the quite suitable configuration. It is desirable to the conductivity transparent oxide layer layer (28) heat-treat in order to obtain the good permeability and form. And as to the thermal anneal environment at this time, the mixed gas atmosphere of the oxygen atmosphere or the oxygen and nitrogen is good.

도전성 투명산화막층(28)으로는 ITO 또는 ATO(Antimony Tin Oxide)가 사용될 수 있다. ITO의 경우 굴절율이 1.9 ~ 2.1 사이로 알려져 있다. GaN 층의 굴절율이 2.4 정도이고 패키지 과정을 거치면 칩 표면은 굴절율이 약 1.5인 에폭시에 접하게 되는 바, 그 사이에 위치하는 ITO의 굴절율이 약 2.0이면 빛이 외부로 빠져 나오기 위해서 아주 적합한 구성이 된다. 양호한 투과도를 얻기 위해서 도전성 투명산화막층(28)은 열처리하여 형성하는 것이 바람직하며, 이 때의 열처리 분위기는 산소 분위기 또는 산소와 질소의 혼합가스 분위기가 좋다.

#### ▪ Effects of the Invention

According to the present invention, it is all smaller than the nitride semiconductor on moreover, the n-type ohmic contact transparency metallic layer (25) with a number. Overcomes the conventional disadvantage of using the p-type nitride semiconductor as the top contact layer since a n-type uses the pn tunnel junction which is in the upper part the top contact layer (24) with making the current spreading facilitated by forming the material having the refraction which is greater than the protective film such as an epoxy and silicon oxide into the mesh type., the light generated in the active layer (13) of LED is effectually, effectively taken out to an outside and the external quantum efficiency is maximized.

본 발명에 의하면, 상부접촉층(24)을 n형이 위에 있는 pn 터널접합을 사용함으로써 p형 질화물반도체를 상부접촉층으로 사용하는 종래의 단점을 극복할 수 있다. 또한, n형 오믹접촉투명금속층(25) 상에 질화물반도체보다는 작고, 에폭시나 산화규소와 같은 보호막보다는 큰 굴절을 갖는 물질을 메쉬형태로 형성함으로써 전류확산을 용이하게 함과 동시에 LED의 활성층(13)에서 발생된 빛을 외부로 효과적으로 끌어내어 외부 양자효율을 최대화 할 수 있게 된다.



#### Scope of Claims

##### Claim[1] :

The nitride semiconductor light emitting diode comprising: the conductivity transparent oxide layer layer of the mesh type formed on the n-type ohmic contact transparency metallic layer and the n-type ohmic contact metal layer: n-type ohmic contact transparency metallic layer: formed on the top contact layer formed on the lower contact layer which is exposed with the etching of the top contact layer and the top contact layer: active layer comprised the tunnel junction the p-type nitride semiconductor layer and n-type nitride semiconductor layer are successively laminated it is formed on the active layer: active layer consisting of the nitride semiconductor it is formed on the lower contact layer: lower contact layer which is made of the n-type nitride semiconductor it is formed in the top of the substrate.

기판 상에 형성되며 n형 질화물반도체로 이루어지는 하부접촉층;

상기 하부접촉층 상에 형성되며 질화물반도체로 이루어지는 활성층;

상기 활성층 상에 형성되며 p형 질화물반도체층 및 n형 질화물반도체층이 순차적으로 적층되어 터널 접합을 이루는 상부접촉층;

상기 활성층 및 상기 상부접촉층의 식각에 의해 노출되는 상기 하부접촉층 상에 형성되는 n형 오믹접촉금속층;

상기 상부접촉층 상에 형성되는 n형 오믹접촉투명금속층; 및

상기 n형 오믹접촉투명금속층 상에 형성되는 메쉬형의 도전성 투명산화막층;을 구비하는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Claim[2] :**

The nitride semiconductor light emitting diode of claim 1, wherein in a mesh, the upper end portion is pointed.

제1항에 있어서, 상기 메쉬는 위 끝부분이 뾰족한 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Claim[3] :**

The nitride semiconductor light emitting diode of claim 1, wherein the conductivity transparent oxide layer layer is smaller than the nitride semiconductor; and it has the refractive index which is greater than the external environment positioned on the top of an oneself.

제1항에 있어서, 상기 도전성 투명산화막층은 상기 질화물반도체보다는 작고, 자신의 상부에 위치하는 외부환경보다는 큰 굴절율을 가지는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Claim[4] :**

With a feature is the nitride semiconductor light emitting diode a thing of claim 3, wherein the external environment is the epoxy or the silicon oxide.

제3항에 있어서, 상기 외부환경이 에폭시 또는 산화규소인 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Claim[5] :**

The nitride semiconductor light emitting diode of claim 1, wherein the conductivity transparent oxide layer layer is made of ITO or ATO; and it is made of these combinations.

제1항에 있어서, 상기 도전성 투명산화막층이 ITO 또는 ATO로 이루어지거나, 이들의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Claim[6] :**

The nitride semiconductor light emitting diode of claim 1, wherein the n-type ohmic contact transparent electrode layer is made of one selected from the group consisting of the ni, au, ti, cr, ir, al, pt, ru and Rh or it is made of selected two or more combinations.

제1항에 있어서, 상기 n형 오믹접촉투명전극층은 Ni, Au, Ti, Cr, Ir, Al, Pt, Ru, 및 Rh 으로 이루어진 군으로부터 선택된 어느 하나로 이루어지거나 또는 선택된 두개 이상의 조합으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Claim[7] :**

The nitride semiconductor light emitting diode of claim 1, wherein it is made of a substrate is a sapphire, and GaN or SiC.

제1항에 있어서, 상기 기판이 사파이어, GaN, 또는 SiC로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Claim[8] :**

The nitride semiconductor light emitting diode of claim 1, wherein the n-type ohmic contact transparency metallic layer is made of the iridium; and the conductivity transparent oxide layer layer is made of ITO.

제1항에 있어서, n형 오믹접촉투명금속층이 이리듐으로 이루어지고, 상기 도전성 투명산화막층이 ITO로 이루어지는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Claim[9] :**

The nitride semiconductor light emitting diode of claim 8, wherein the thermal budget is passed through and the n-type ohmic contact transparency metallic layer and conductivity transparent oxide layer layer are formed.

제8항에 있어서, 상기 n형 오믹접촉투명금속층 및 상기 도전성 투명산화막층이 열처리 과정을 각각 거쳐서 형성되는 것을 특징으로 하는 질화물반도체 발광소자.

**Representative Drawing(s)**

Fig. 3

**Keyword(s)**

The quantum efficiency, mesh, critical angle, constant resistance, ITO, ATO.